

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- ~~BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS~~
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-092968

(43)Date of publication of application : 06.04.1999

(51)Int.Cl. C23F 4/00
 C23C 16/50
 G11B 5/31
 H01L 21/205
 H01L 21/285
 H01L 21/3065

(21)Application number : 09-252256

(71)Applicant : CITIZEN WATCH CO LTD

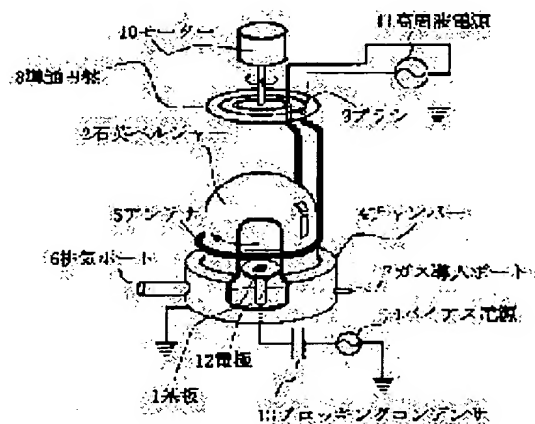
(22)Date of filing : 17.09.1997

(72)Inventor : FUKUSHIMA NOBUHITO

(54) DRY ETCHING DEVICE AND PLASMA CHEMICAL VAPOR PHASE DEPOSITION APPARATUS**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the efficiency of an apparatus and the uniformity of CVD deposition by rotating an antenna of one turn thereby moving the break of the antenna together with the time.

SOLUTION: A substrate 1 is set on an electrode 12 and the inside of a chamber 4 is evacuated. An etching gas or gas for CVD is introduced into this chamber. High-frequency electric power is fed to the antenna 5 from a high-frequency power source 11 to make the introduced gas plasmic. The antenna 5 is rotated by a motor 10. The separate high-frequency power is fed to the electrode 12 from a bias power source 14 and the ions in the plasma are withdrawn into the substrate 1 by their self-biasing effect, by which etching or CVD is started. The plasma formed in the chamber 4 is not spatially fixed in the nonuniformity of the antenna shape as the antenna 5 rotates at all times, by which the uniformity of the ions arriving at the surface of the substrate 1 is assured. As a result, the etching speed and the surface distribution of the deposition speed of the CVD are improved.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-92968

(43)公開日 平成11年(1999) 4月6日

(51)Int.Cl.⁹

識別記号

F I

C 2 3 F 4/00

C 2 3 F 4/00

A

C 2 3 C 16/50

C 2 3 C 16/50

G 1 1 B 5/31

G 1 1 B 5/31

M

H 0 1 L 21/205

H 0 1 L 21/205

21/285

21/285

C

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平9-252256

(22)出願日

平成9年(1997)9月17日

(71)出願人 000001960

シチズン時計株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

(72)発明者 福島 信人

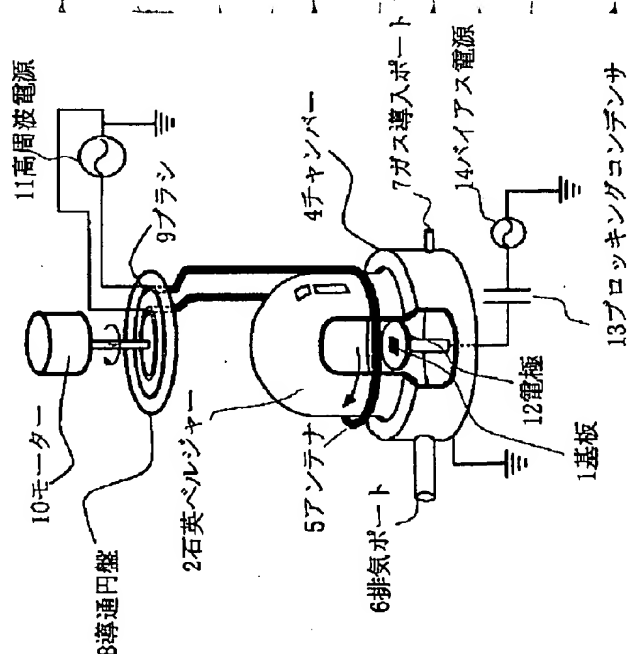
埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ
チズン時計株式会社技術研究所内

(54)【発明の名称】 ドライエッチング装置とプラズマ化学的気相堆積装置

(57)【要約】

【課題】 高効率で均一性に優れてドライエッチング装置とプラズマCVD装置を提供する。

【解決手段】 1ターンのプラズマ励起用アンテナを備えた誘導結合型プラズマ (ICP) 装置であり、モーターなどによりアンテナを回転させることにより、アンテナの非対称性に起因するプラズマの不均一性を補正する。これにより、1ターン型ICP装置の効率を下げることなく均一性を向上させることができる。ドライエッチング、プラズマCVDなどに応用できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 1組以上の真空排気用ポンプにより排気され、エッチングに必要な反応性ガスや支援ガス等が導入できるポートを備えた密閉されたチャンバーから構成され、前記チャンバーの一部は水晶などの誘電体で構成されており、大気側に設けられた高周波が印加されたアンテナより該誘電体を通介してチャンバー内に導入されたガスをプラズマ化し、さらにチャンバー内部に設置された被エッチング基板がセットされた電極に、別の高周波を印加することにより、当該被エッチング基板をエッチングするエッチング装置であり、前記アンテナが回転することを特徴とするドライエッチング装置。

【請求項 2】 1組以上の真空排気用ポンプにより排気され、化学的気相堆積に必要な材料ガスや支援ガス等が導入できるポートを備えた密閉されたチャンバーから構成され、前記チャンバーの一部は水晶などの誘電体で構成されており、大気側に設けられた高周波が印加されたアンテナより該誘電体を通介してチャンバー内に導入されたガスをプラズマ化し、さらにチャンバー内部に設置された基板がセットされた電極に、別の高周波を印加することにより、当該基板上に薄膜を堆積させるプラズマ化学的気相堆積装置であり、前記アンテナが回転することを特徴とするプラズマ化学的気相堆積装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体集積回路（以下 IC と略す）や液晶表示装置（以下 LCD と略す）、薄膜磁気ヘッド（以下 TFH と略す）などの製造工程に用いられるドライエッチング装置および化学的気相堆積（以下 CVD と略す）装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】IC や LCD、TFH などは、適切な基板上に各種機能性を備えた薄膜を堆積、必要な形状にパターンニングすることにより製造される。この際、不要部分を除去するために用いられるのが、いわゆるドライエッチング装置であり、稀薄気体をプラズマ化して電気的に加速して物理的に被エッチング物質を除去したり、プラズマと被エッチング物質とが化学的に反応し、揮発性化合物として除去する。一方、薄膜の堆積には真空蒸着やスパッタ法といった物理的気相堆積（以下 PVD と略す）法と、本発明に関わる CVD 法が主として用いられているが、CVD 法は PVD 法では分解してしまう化合物薄膜の形成や、三次元ネットワークを持った緻密な薄膜が形成できるとして近年特に注目されている。

【0003】これらの装置の性能を左右するものの一つにプラズマ発生機構が挙げられ、近年、簡便な構造で高密度なプラズマを発生することができる誘導結合型プラズマ（以下 ICP と略す）装置が注目されている。これは、高周波を印加した外部のアンテナないしはコイルにより、真空装置内に導入したガスを励起してプラズマ化

するもので、アンテナとガスとは誘電体を介して誘導結合している。ICP 装置は、通常の平行平板電極型のプラズマ発生装置と比較して 2 桁ほど高いプラズマ密度が得られるため、エッチング速度や薄膜堆積速度の著しい向上が見られるとされている。なかでも高周波印加用のアンテナを最小限の略 1 ターン状にしたものは、インダクタンスが小さいために電力のロスが少なく、より効率的とされている。

【0004】この 1 ターン型の ICP 装置を図 3 および図 4 を用いて説明する。図 3 と図 4 は誘電体部分の形状が釣り鐘型か平板か異なるだけで、基本的な原理等は同一である。またエッチング装置と CVD 装置も、導入ガスがエッチングでは反応性や不活性ガス、CVD ではシランやメタンといった材料ガスであることの他は、装置として基本的な差はない。装置の基本構成としては、石英ベルジャー 2（図 3）ないしは石英板 3（図 4）を備えたチャンバー 4 と、スライダ基板 1 を保持するバイアス印加用の電極 12、真空ポンプに接続された排気ポート 6、エッチングガスや材料ガスを供給するガス導入ポート、さらにプラズマ励起のための 1 ターンのアンテナ 5 などからなっている。ここでアンテナ 5 は 13.56 MHz の高周波電源 11 に、ここでは図示していない整合器を介して接続され、また、電極 12 は 400 kHz のバイアス電源 14 と、ブロッキングコンデンサを介して接続されている。

【0005】装置の機能をエッチングを例に説明する。まず被エッチング対象の基板 1 を電極 12 上にセットし、チャンバー 4 内部を真空ポンプにより排気する。その後、ガス導入ポート 7 よりエッチングガスを導入し、アンテナ 5 に高周波電源 11 より高周波電力を投入し、導入ガスをプラズマ励起する。その後、電極 12 にバイアス電源 14 より別の高周波電力を投入すると電極とグラウンドであるチャンバーの面積比とブロッキングコンデンサ 13 の作用により、電極が自動的にマイナスの電荷をもつようになる。これを自己バイアス効果とよぶ。プラズマ中のイオンは、ほとんどがプラスの電荷を持っているので、電極 12 と基板 1 に向かってイオンが突入してくる。このイオンにより基板がエッチングされる。CVD 装置では、エッチングガスに代えて材料ガスをガス導入ポート 7 より導入すれば、基板 1 上に、導入した材料ガスに応じた薄膜が形成、堆積される。

【0006】以上のように比較的簡単な構造を持った 1 ターン型 ICP 装置ではあるが、アンテナ 5 が略 1 ターンであることから、プラズマの均一性に課題あった。すなわちコイル状に丸められたアンテナには、当然のように 1 か所切れ目が生じている。これはコイル状にアンテナを丸めて作るためには避けて通れないものであるが、その切れ目部分により生じたプラズマの不均一性は、エッチング速度や堆積速度のバラツキにつながってした。IC などで用いられるエッチング工程の多くは、被エッ

チング層の下部にエッチングされにくい材料、いわゆるエッチストップ層を設けることが多いため、多少のエッチング速度のバラツキは問題とならないが、プラズマの不均一による電位差から絶縁破壊を引き落とす可能性が素子の微細化とともに指摘されている。また、たとえばハードディスクドライブに用いられるスライダ材のエッチングなどでは、エッチストップ層が無い場合、エッチング深さのばらつきがそのままヘッド浮上量のばらつきにつながってしまうという問題があった。一方、CVDではプラズマの不均一により堆積膜厚が異なり、やはり製品のバラツキにつながっていた。

【0007】プラズマの均一性を確保するためにアンテナのターン数を増やすことが行われているが、インダクタンスが増大するため効率が低下、全体のエッチング速度や堆積速度が下がってしまうことが指摘されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、効率を追求した略1ターンアンテナを用いたICPによるドライエッチング装置やCVD装置は、均一性に課題がある場合があり、効率と均一性の両方を兼ね備えたドライエッチング装置、ないしはCVD装置の登場が望まれていた。

【0009】本発明は、こうした課題を解決し、効率と均一性を兼ね備えたドライエッチング装置ないしはCVD装置を提供するものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】1ターンのアンテナを回転させることによりアンテナの切れ目を時間と共に移動させ、プラズマの弱い領域が一箇所に滞在しないようにする。装置の構成としては図3および図4に示したものに、アンテナを回転させるためのモーターおよび回転アンテナに電力を供給するための電気的な接続機構を加する。これにより効率の低下を最小限に抑えながら、チャンバー内の広い領域で均一なエッチング速度や堆積速度が得られるようになる。

【0011】本発明の作用を図1および図2を用いて説明する。図1および図2は、本発明によるエッチング装置ないしはプラズマCVD装置であり、図3および図4で示した従来の装置類に、アンテナの回転機構を追加したものである。エッチングないしはCVD時には、まず基板1を電極12上にセットし、チャンバー4内部を真空ポンプにより排気する。その後、ガス導入ポート7よりエッチングガスないしはCVD用の材料ガスを導入し、アンテナ5に高周波電源11より高周波電力を投入し、導入ガスをプラズマ化する。その際、モーター10を回転させる。モーターの回転は位相制御やギアにより減速され、導通円盤を介してアンテナに伝えられる。プラズマ励起用の高周波電力は、高周波電源11より導通円盤上に形成されアンテナに接続されたリングに、ブラシ9により伝えられる。その後、電極12にバイアス電

源14より別の高周波電力を投入し、自己バイアス効果によりプラズマ中のイオンを基板1に引き込むことによって、エッチングないしはCVDが開始される。エッチングかCVDかは、導入ポート7から導入されるガスの種類により決まる。チャンバー内に形成されるプラズマは、アンテナ5が常に回転しているために、アンテナ形状の不均一さが空間的に固定されることがなく、したがって基板上に到達するイオンの均一性が確保され、結果としてエッチング速度やCVDの堆積速度の面分布が向上する。

【0012】以上説明したように本発明によれば、1ターンのアンテナを備えたICP装置の効率を低下させることなく、エッチングないしはCVD堆積の均一性を向上させることができる。以下実施例により説明する。

【0013】

【発明の実施の形態】1組以上の真空排気用ポンプにより排気され、エッチングに必要な反応性ガスや支援ガス等が導入できるポートを備えた密閉されたチャンバーから構成され、前記チャンバーの一部は水晶などの誘電体で構成されており、大気側に設けられた高周波が印加されたアンテナより該誘電体を通介してチャンバー内に導入されたガスをプラズマ化し、さらにチャンバー内部に設置された被エッチング基板がセットされた電極に、別の高周波を印加することにより、当該被エッチング基板をエッチングするエッチング装置であり、前記アンテナが回転することを特徴とするドライエッチング装置。

【0014】

【実施例】

(実施例1) 本発明によるICP装置を用いてアルミナ・チタンカーバイド複合セラミクス基板をエッチングする例について説明する。ここでは図1に示したICP装置を用いた。なお石英ベルジャー2の直径は20cmである。まずエッチングすべきアルミナ・チタンカーバイドの基板1を電極12上にセットし、チャンバー4内部を真空ポンプにより排気した。基板1にはあらかじめ所望の形状が得られるよう、レジストマスクが形成されている(図示せず)。その後、ガス導入ポート7よりエッチングガスとして三塩化ホウ素とアルゴンの4:6の混合ガスを導入し、10mtorrの圧力に保った。アンテナ5に高周波電源11より13.56MHz、500Wの高周波電力を投入し、導入ガスをプラズマ化した。その際、モーター10を10rpmで回転させ、アンテナ5を回転させるが、高周波電力はブラシ9と導通円盤8を介してアンテナに伝えられる。その後、電極12にバイアス電源14より400kHz、100Wの高周波電力を投入し、自己バイアス効果によりプラズマ中のイオンを基板1に引き込ませて、エッチングを開始した。エッチング終了後、レジストを剥離し洗浄した後、エッチング量を測定したところ、100mm角の領域において、平均300nm/分のエッチング速度とバラツキ土

3%の良好な均一性が得られた。

【0015】(実施例2)本発明によるICP装置を用いてアルミナ・チタンカーバイド複合セラミクス基板をエッチングする別の例について説明する。ここでは図2に示したICP装置を用いた。なお石英板3の直径は22cmである。まずエッチングすべきアルミナ・チタンカーバイドの基板1を電極12上にセットし、チャンバー4内部を真空ポンプにより排気した。基板1にはあらかじめ所望の形状が得られるよう、レジストマスクが形成されている(図示せず)。その後、ガス導入ポート7よりエッチングガスとして三塩化ホウ素とアルゴンの4:6の混合ガスを導入し、10mtorrの圧力に保った。アンテナ5に、高周波電源11より13.56MHz、500Wの高周波電力を投入し、導入ガスをプラズマ化した。その際、モーター10を10rpmで回転させ、アンテナ5を回転させるが、高周波電力はブラシ9と導通円盤8を介してアンテナに伝えられる。その後、電極12にバイアス電源14より400kHz、100Wの高周波電力を投入し、自己バイアス効果によりプラズマ中のイオンを基板1に引き込ませて、エッチングを開始した。

【0016】エッチング終了後、レジストを剥離し洗浄した後、エッチング量を測定したところ、100mm角の領域において、平均340nm/分のエッチング速度とバラツキ±3%の良好な均一性が得られた。

【0017】(実施例3)本発明によるICP装置を用いてシリコン基板上にダイヤモンドカーボン(以下DLCと略す)膜を堆積させる例について説明する。ここでは図1に示したICP装置をCVD装置として用いた。なお石英ベルジャー2の直径は20cmである。まず4インチ丸のシリコンの基板1を電極12上にセットし、チャンバー4内部を真空ポンプにより排気した。その後、ガス導入ポート7より材料ガスとしてメタンを導入し、1torrの圧力に保った。アンテナ5に高周波電源11より13.56MHz、500Wの高周波電力を投入し、導入ガスをプラズマ化した。その際、モーター10を10rpmで回転させ、アンテナ5を回転させるが、高周波電力はブラシ9と導通円盤8を介してアンテナに伝えられる。その後、電極12にバイアス電源14より400kHz、70Wの高周波電力を投入し、自己バイアス効果によりプラズマ中のイオンを基板1に引き込ませて、堆積を開始した。

【0018】堆積終了後、分光式エリプソメータにて膜厚を測定したところ、4インチ丸全面にわたりバラツキ±3%の均一性に優れたDLC膜が形成されていた。

【0019】(実施例4)本発明によるICP装置を用いてシリコン基板上にDLC膜を堆積させる別の例について説明する。ここでは図2に示したICP装置をCVD装置として用いた。なお石英板3の直径は22cmである。まず4インチ丸のシリコンの基板1を電極12上

にセットし、チャンバー4内部を真空ポンプにより排気した。その後、ガス導入ポート7より材料ガスとしてメタンを導入し、1torrの圧力に保った。アンテナ5に高周波電源11より13.56MHz、500Wの高周波電力を投入し、導入ガスをプラズマ化した。その際、モーター10を10rpmで回転させ、アンテナ5を回転させるが、高周波電力はブラシ9と導通円盤8を介してアンテナに伝えられる。その後、電極12にバイアス電源14より400kHz、70Wの高周波電力を投入し、自己バイアス効果によりプラズマ中のイオンを基板1に引き込ませて、堆積を開始した。

【0020】堆積終了後、分光式エリプソメータにて膜厚を測定したところ、実施例3と同様、4インチ丸全面にわたりバラツキ±3%の均一性に優れたDLC膜が形成されていた。

【0021】(実施例5)図3に示したICP装置を用いてアルミナ・チタンカーバイドセラミクスをエッチングした例について説明する。ここで用いたICP装置はアンテナ5が回転しない他は、構造、大きさ等、実施例1で用いた装置と同一である。図3に示したICP装置を用いて実施例1と同一の工程によりアルミナ・チタンカーバイドセラミクスの基板1をエッチングしたところ、100mm角の領域におけるエッチング量のバラツキが±10%となり、実施例1と比較して明らかに均一性の劣る結果が得られた。特に、アンテナ5の円弧が切れた部分に近い領域のエッチング速度が小さかった。

【0022】(実施例6)図4に示したICP装置を用いてアルミナ・チタンカーバイドセラミクスをエッチングした例について説明する。ここで用いたICP装置はアンテナ5が回転しない他は、構造、大きさ等、実施例2で用いた装置と同一である。図4に示したICP装置を用いて実施例2と同一の工程によりアルミナ・チタンカーバイドセラミクスの基板1をエッチングしたところ、100mm角の領域におけるエッチング量のバラツキが±10%となり、実施例2と比較して明らかに均一性の劣る結果が得られた。特に、アンテナ5の円弧が切れた部分に近い領域のエッチング速度が小さかった。

【0023】(実施例7)図3に示したICP装置を用いてDLC膜を堆積させた例について説明する。ここで用いたICP装置はアンテナ5が回転しない他は、構造、大きさ等、実施例3で用いた装置と同一である。図3に示したICP装置を用いて実施例3と同一の工程によりDLC膜をシリコンの基板1上に堆積させたところ、4インチ丸の全面にわたりバラツキ±1.0%の膜が得られ、実施例3と比較して明らかに均一性の劣る結果が得られた。特に、アンテナ5の円弧が切れた部分に近い領域の膜厚が小さかった。

【0024】(実施例8)図4に示したICP装置を用いてDLC膜を堆積させた例について説明する。ここで用いたICP装置はアンテナ5が回転しない他は、構

造、大きさ等、実施例4で用いた装置と同一である。図4に示したICP装置を用いて実施例4と同一の工程によりDLC膜をシリコンの基板1上に堆積させたところ、4インチ丸の全面にわたりバラツキ $\pm 10\%$ の膜が得られ、実施例4と比較して明らかに均一性の劣る結果が得られた。特に、アンテナ5の円弧が切れた部分に近い領域の膜厚が小さかった。

【0025】以上の実施例で用いた工程、条件は記載したものに限るものでなく、ICP装置を用いて行われていた工程であれば、本発明によるICP装置が適用できることは言うまでもない。

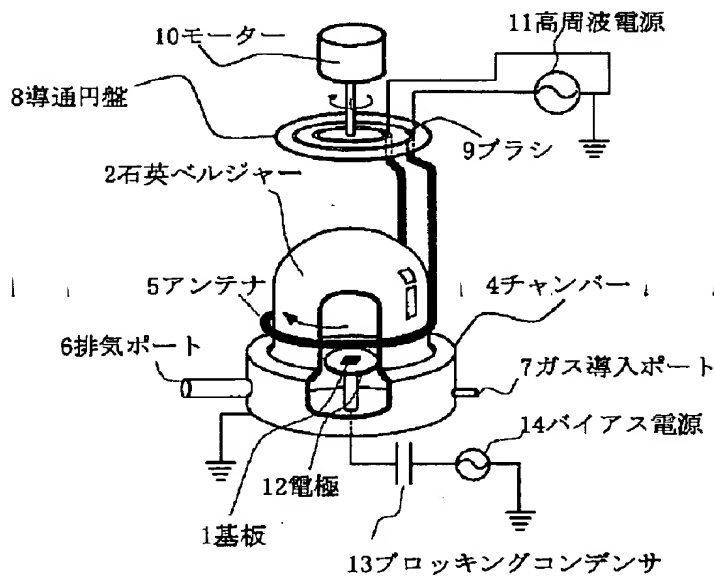
【0026】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、高効率の1ターンアンテナを備えるICP装置の効率を低下させることなしに均一性を向上させることができる。それゆえICやLCD、TFHなど、いわゆるドライプロセスを必要とする製造工程の高精度化に広く貢献するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるICP装置の一例を示す概念図である。

【図1】



【図2】本発明によるICP装置の別の例を示す概念図である。

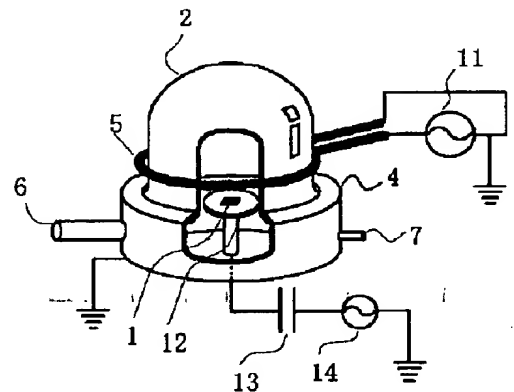
【図3】従来のICP装置の一例を示す概念図である。

【図4】従来のICP装置の別の例を示す概念図である。

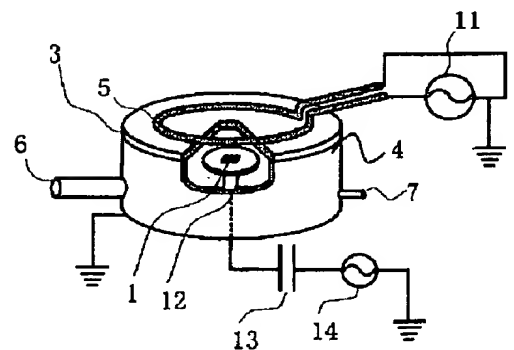
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 石英ベルジャー
- 3 石英板
- 4 チャンバー
- 5 アンテナ
- 6 排気ポート
- 7 ガス導入ポート
- 8 導通円盤
- 9 ブラシ
- 10 モーター
- 11 高周波電源
- 12 電極
- 13 ブロッキングコンデンサ
- 14 バイアス電源

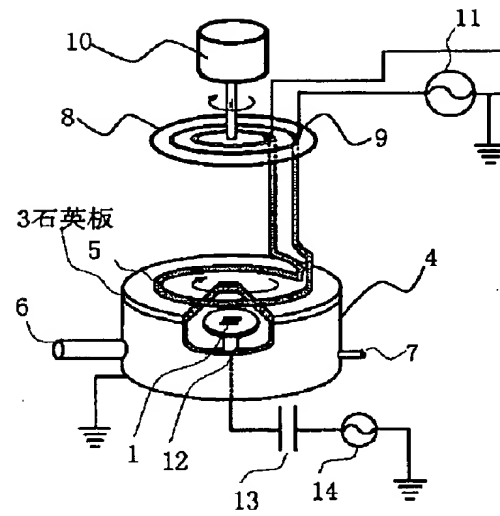
【図3】



【図4】



【図2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶
H 01 L 21/3065

識別記号

F I
H 01 L 21/302

B